Aus der Abteilung für Phoniatrie und Audiologie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. H. Breuninger
der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten
der Universität Tübingen

# WORTIDENTIFIKATION VERSUS RECHENAUFGABE

## – ein dichotischer Test mit Rechtshändern –

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von

**Ulrich Kadach**
aus Göppingen

1981

Aus der Abteilung für Phoniatrie und Audiologie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. H. Breuninger
der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten
der Universität Tübingen

# WORTIDENTIFIKATION VERSUS RECHENAUFGABE

## – ein dichotischer Test mit Rechtshändern –

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von

**Ulrich Kadach**
aus Göppingen

1981

Dekan: Professor Dr. G. Rassner
Berichterstatter: Professor Dr. H. Breuninger

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Offsetdruck Spengler
Lessingstraße 4 · 7401 Neustetten 1
Telefon (07472) 22145

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1. EINLEITUNG, PROBLEMSTELLUNG, ZIELSETZUNG, VERSUCHSPLANUNG

2. THEORETISCHER TEIL

2.1. Historischer Überblick

2.2. Modellvorstellungen zum dichotischen Hören

2.3. Anmerkungen zur Herstellung eines dichotischen Testbandes

3. EXPERIMENTELLER TEIL

3.1. Testmethode

3.2. Testmaterial

3.3. Testaufbau

3.4. Testbandherstellung

3.5. Versuchspersonen

3.6. Händigkeitstest

3.7. Hörprüfung

3.8. Antwortwahlkarten

3.9. Versuchsdurchführung

3.10. Auswertung und Codierung

3.11. Dokumentation und Statistik

4. ERGEBNISSE

4.1. Zusammensetzung der Beobachtungseinheit

4.2. Untersuchung auf Seiteneffekte

4.3. Prävalenzuntersuchungen

4.4. Hemisphärenleistung

4.5. Gleichwertigkeit des Testmaterials

4.6. Antwortverhalten

4.7. Geschlecht, Fachrichtung

Seite

5. DISKUSSION

6. ZUSAMMENFASSUNG

7. LITERATURVERZEICHNIS

ANHANG

LEBENSLAUF

VORWORT

Danken will ich jenen, die die Voraussetzung zur Durchführung dieser Arbeit mitgestaltet haben:

Herrn Professor Dr.med. H. Breuninger, Hals-, Nasen- Ohrenklinik Tübingen, für die Überlassung des Themas, die stete Bereitschaft zur problemorientierten Diskussion und raschen, unbürokratischen Lösung technisch-materieller Schwierigkeiten;

Herrn G. Sesterhenn, Toningenieur der Hals-, Nasen- Ohrenklinik Tübingen, für seine Bereitschaft und Ausdauer, das dichotische Testband zu besprechen;

Herrn N. Eichenseher, Arzt, Medizinische Dokumentation und Datenverarbeitung, Tübingen, für die Mithilfe, ein Dokumentationskonzept und Auswertungsprogramm zu erstellen.

# 1. EINLEITUNG, PROBLEMSTELLUNG, ZIELSETZUNG, VERSUCHSPLANUNG

Seit der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts gewann der Komplex "Sprache/Gehirn" zunehmend an wissenschaftlichem Interesse. Gefragt wurde nach morphologischem Substrat und dessen Lokalisation, dem neuralen Organisationsprinzips für Sprachfunktionen, neuronale Verarbeitung einlaufender (Codierung) und auslaufender (Decodierung) Information. Die Neurodisziplinen der Fachgebiete Anatomie, Pathologie, Pharmakologie, Physiologie, Psychiatrie oder Psychologie, um nur einige zu nennen, erzielen Erkenntnisse durch sehr unterschiedliche Methoden. Introspektion, Elektrostimulation oder Pharmakainjektion sind invasiv und führen z.T. zu pathologischen oder artefiziellen Befunden.

Eine nichtinvasive Methode, die zudem leicht auszuführen und geeignet ist, auch normophysiologische Verhältnisse am Gesunden zu testen, stellt das dichotische Hörverfahren dar. Es werden dem rechten und linken Ohr gleichzeitig (simultan) über Stereokopfhörer zwei unterschiedliche akustische Reize (Stimuli) angeboten. Die entscheidenden Erkenntnisse und Fortschritte in der Sprachforschung wurden mit dieser konkurrierenden Testsituation in den letzten 25 Jahren gewonnen; ca. 400 - 500 Publikationen sprechen für sich. Als Testmaterial wurden verwendet:

Zahlen, Vokale, Konsonanten, Laute, Silben, Wörter, Sätze, akustische Kunstprodukte, Muttersprache, Fremdsprache, verstammelte Sprache, Geräusche, Töne, und Melodien.

Auch Klangfarbe, Dauer, Intensität oder Intonation der Reize können das Versuchsergebnis beeinflussen.

Bis diese Arbeit [1] abgeschlossen war, gab es in der Literatur keinen Hinweis, daß in einem dichotischen Hörtest Wörter und Rechenaufgaben zu Reizpaaren kombiniert und sukzessive durch Zeigen auf Antwortkarten averbal reproduziert wurden. Bei dieser Aufgabenstellung werden verschiedene hierarchische Strukturen kognitiver Vorgänge angesprochen (Abb. 1). Demnach kann ein völlig unbekanntes Wort schon auf der ersten Erkenntnisstufe reproduziert werden, ohne Sinninhalt erfaßt zu haben. Versuche mit Unsinn-Silben oder -Wörtern bestätigen dies (CULLEN et al. 1974; GUTEZEIT 1974; BERLIN et al. 1976). Bei der Decodierung entsteht wieder dieselbe Information wie bei der Codierung. Die Rechenaufgabe dagegen wird nur bewältigt werden, wenn die Rechengesetze und der Lösungsweg einmal erlernt wurden und noch beherrscht werden. Soll das Rechenergebnis reproduziert werden, müssen die Erkenntnisstufen 1 - 3 oder aber 1 - 5 durchlaufen sein. Es muß also auf Langzeitgedächtnisinhalte zurückgegriffen werden. Bei der Decodierung entsteht eine andere Information (Rechenergebnis) als bei der Codierung (Rechenaufgabe).

| | |
|---|---|
| 1. KENNTNIS | Erinnern von Begriffen, Methoden, Strukturen und Anordnungen |
| 2. VERSTÄNDNIS | Begreifen des Vermittelten ohne Relation zu anderen Gegenständen |
| 3. ANWENDUNG | Gebrauch von Abstraktionen in konkreten Situationen |
| 4. ANALYSE | Zerlegung einer Situation in seine grundlegenden Bestandteile |
| 5. SYNTHESE | Zusammensetzen von Teilen zum Ganzen |
| 6. BEWERTUNG | Beurteilen des Wertes verschiedener Analysen |

Abb. 1: Lernen als hierarchische Struktur verschiedener Einzelvorgänge auf der Grundlage der Komplexität der Aufgabenstellung (Lernmodell nach Bloom).

[1] Die Versuchsplanung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Institut für Medizinische Biometrie, Tübingen.

Wir wollten wissen, wie die Versuchspersonen die gestellte Aufgabe (siehe 3.1. ff) lösen:

1. Perzeptionsvorteil:

   Wird der Rechtshänder die dem rechten Ohr angebotenen Reize bevorzugt reproduzieren (Rechtsohreffekt), unabhängig ob Wort oder Rechenaufgabe?

2. Reproduktionsvorteil:

   Sollte aber die Rechenaufgabe zuerst wiedergegeben werden, gleichgültig ob dem rechten oder linken Ohr dargeboten, dann hätte sich der kognitiv komplexere Reiz durchgesetzt (prävalent). Ein analoges Antwortverhalten ist für das Wort denkbar (Abb. 2).

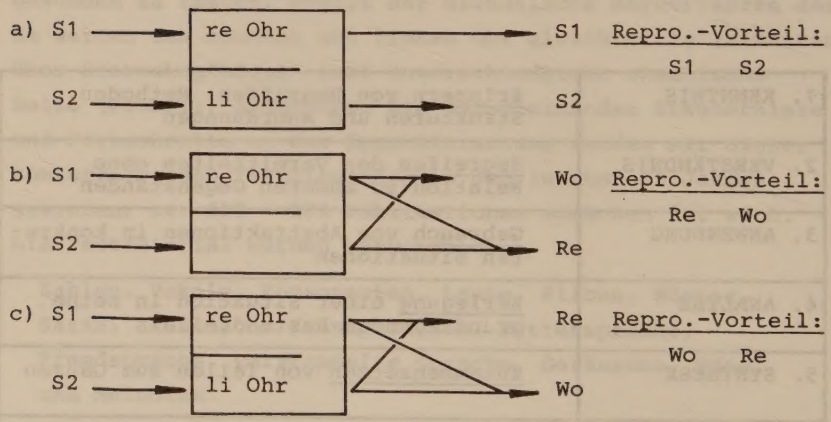



Abb. 2: Schematische Darstellung des zu erwartenden Antwortverhaltens.
a) Rechtsohreffekt b) Prävalenz der Rechenaufgabe
c) Prävalenz der Wortidentifikation
S: sprachlicher Stimulus Wo: Wort Re: Rechnung
Repro.: Reproduktion

# 2. THEORETISCHER TEIL

## 2.1. Historischer Überblick

Die Erforschung der neuralen Verarbeitungsprozesse für Sprache und Sprechen begann im letzten Jahrhundert. Mit der Entdeckung der entsprechenden morphologischen Substrate konnten 1836 Dax, 1861 Broca und 1874 Wernicke aphasiologische Befunde interpretieren. Schon 1865 formulierten Bouillard die Hypothese der Verbindung von Händigkeit und Sprache und 1880 Jackson die der führenden Hemisphäre, betonte aber, daß die Sprache auf verschiedenen funktionellen Ebenen in beiden Hirnhälften repräsentiert sei. Das dichotische Testverfahren wurde von BROADBENT (1954) entworfen und von MATZKER (1958), FELDMANN (1960) und KIMURA (1961a,b) weiterentwickelt. PENFIELD et al. (1959) erzeugten durch Elektrostimulation an wachen Patienten während neurochirurgischer Eingriffe kurzzeitige Sprachstörungen, WADA et al.(1960) durch intracarotidielle Injektion von Sodiumamytal (Amobarbital). Schließlich ergänzten MILNER et al. (1968), SPARKS et al. (1968) und ZAIDEL (1974 durch ihre an Patienten nach Commissurotomie (split-brain) gewonnenen Erkenntnisse das Bild von der funktionellen und morphologischen Asymmetrie.

Funktionelle Asymmetrie:

Nach PENFIELD et al. (1959) liegen in 98 % der Fälle die Sprachzentren unabhängig von der Händigkeit in der linken Hirnhemisphäre. Bewußtseinsfähigkeit, Lernen, Rechnen, Sprechen, Schreiben, Erkennen von Bildern oder begrifflich-urteilende Leistungen sind die führenden Fähigkeiten der linken Hemisphäre. Sie ist ab dem 4./5. Lebensjahr sprachdominant und zeigt deshalb einen Reproduktionsvorteil für verbale Stimuli (BROADBENT 1954; KIMURA 1961a; SHANKWEILER 1971).
Die rechte Hirnhemisphäre (minor-Hemisphere) ist für verbal-expressive Leistungen weit weniger befähigt, einfachste

3. Vergleichsuntersuchungen:

Ist das Antwortverhalten von Frauen und Männern oder Natur- und Geisteswissenschaftlern unterschiedlich? Läßt sich anhand der Versuchsergebnisse die Gleichwertigkeit des Testmaterials in der dichotischen Konkurrenzsituation beurteilen? (Kognitiv komplexer muß nicht auch dichotisch komplexer bedeuten!) Kann die Gesamtleistung der linken und rechten Hemisphäre quantifiziert werden?

Die Arbeit ist als Pilotstudie zu verstehen, durch nachfolgende Untersuchungen sollen einzelne Fragen gezielt, evtl. mit modifiziertem Testmaterial, bearbeitet werden.

Formen der Vokalisation (Schreien, Rufen) sind möglich. Nach der Mehrzahl der Literatur reproduziert sie bevorzugt non-verbale Stimuli (z.B. Melodien, Klänge). (KIMURA 1964, 1967; SHANKWEILER 1966; GORDON 1975; BEVER et al. 1974; widersprechend: SCHMELZ E.u.M. 1976).

Morphologische Asymmetrie:

Jedes Ohr hat zu beiden Hemisphären direkte Zugänge, die kontralaterale Hörbahn und die zugehörige kontralaterale Zellpopulation sind sehr viel stärker ausgebildet als die ipsilateralen. GESCHWIND et al. (1968) und SCHEID (1974) begründen bzw. dokumentieren diesen Sachverhalt durch eine genetische Determinante. Ist demnach die rechte Hemisphäre ein "rudimentäres" und die linke ein "übergewichtiges" Organ? Sicher nicht, vielmehr scheinen auch die speziellen Funktionen der nicht-sprachdominanten Hemisphäre sich strukturell niederzuschlagen. Wie ROSENZWEIG (1961) und HALL et al.(1968) im Tiermodell nachgewiesen haben, ist aber schon der auditive Zugang zu den Hemisphären ungleich. So ist die morphologische Asymmetrie zugleich eine perzeptuelle: die ipsilaterale Zellpopulation und Hörbahn werden von den kontralateralen Substraten unterdrückt (Okklusion), Leitungsverzögerung und Signalverschlechterung (Modulation) im Bereich des Corpus callosum hemmen oder unterbinden in dichotischen Testsituationen den Informationsaustausch zwischen den Hemisphären (Rechtsohreffekt für verbale, Linksohreffekt für tonale Reize).

## 2.2. Modellvorstellungen zum dichotischen Hören

Wie aber kann man sich die Arbeitsweise des Gehirns während einer dichotischen Testsituation vorstellen? Dazu einige Modellerklärungen:

"Konkurrenz (Competition)"

Schon BROADBENT (1956, 1957) beschrieb den Vorgang der gleichzeitigen Aufnahme von Information mit einem Y-förmigen Röhrensystem. Die beiden akustischen Kanäle werden mit den Armen verglichen; zwei gleichzeitig einlaufende Informationen als Bälle dargestellt, können auf ihrem Weg zum Cortex den Stamm des Y nur nacheinander passieren. Durch dieses Modell lassen sich Rechtsohr- und Linksohreffekt sehr gut erklären. Morphologische Asymmetrie und neurophysiologische Befunde (Okklusion, Modulation) sind der wissenschaftliche Boden, auf dem es steht. Zunehmend wird aber Rechtsohreffekt auch in monauraler Reizsituation erzielt, wenn die Stimuli nur genügend lang sind und einen hohen Grad an Komplexität aufweisen (BAKKER 1970a).

"Speicher- /Gedächtnismodell (Storage/Memory-load)"

Auch diese Vorstellung geht auf BROADBENT (1956, 1957) zurück. Solange das Konkurrenzmodell durch die erste Information belegt ist, wird die nachfolgende zweite Information kurzfristig durch einen "Filtermechanismus" (efferente sensorische Inhibition) in ein Speichersystem geschoben und gelangt dann, sobald der Weg frei ist, zum Cortex. Dieses Modell erklärt vor allem den zunehmenden Rechtsohreffekt bei länger oder komplexer werdenden verbalen Reizen (KIMURA 1961a; MILNER 1962).

"Aufmerksamkeit, Erwartungshaltung (Attention)"

Zum dritten Mal muß BROADBENT (1954) zitiert werden, der den ersten Hinweis auch für diese Vorstellung gab: die Versuchsperson lenkt ihre Aufmerksamkeit auf einen der beiden Wahrnehmungskanäle. TREISMAN (1968, 1969) und KINSBOURNE (1970) bestätigen dies; MAINKA et al. (1971) konnten aber auch zeigen, daß trotz Anweisung an die

Versuchsperson, die Aufmerksamkeit zu fokussieren, ein signifikanter Seiteneffekt erhalten blieb.

In jüngerer Zeit sind eine Reihe weiterer Modelle formuliert worden, die z.T. Variationen oder Kombinationen der vorgenannten darstellen; auch optische Beeinflussung ist denkbar. Das letzte Wort ist sicher noch nicht gesprochen, solange weiterführende Untersuchungen zu diesen Vorstellungen noch ausstehen.

## 2.3. Anmerkungen zur Herstellung eines dichotischen Testbandes

Verarbeitung von Sprachfunktionen auf dem akustischen Gebiet mit dem dichotischen Testverfahren anzugehen, erscheint sinnvoll, wurden doch dadurch in den letzten 25 Jahren der Erforschung dieses vielschichtigen Prozesses entscheidende Erkenntnisse erzielt. Es darf aber nicht verschwiegen werden, daß vielfältige Variablen den Ausgang des Tests beeinflussen können. Zum einen sind deshalb Versuchsergebnisse zurückhaltend zu interpretieren, zum anderen ist größtmögliche Sorgfalt bei der Herstellung eines Testbandes unabdingbar, sollen die Ergebnisse einem objektiven Vergleich standhalten.

Gleichzeitigkeit: Die beiden Stimuli eines Reizpaares sollten gleichzeitig angeboten werden, da ein Abweichen von dieser Forderung nach OPITZ (1973) und BERLIN et al. (1976) den Rechtsohreffekt am stärksten beeinflußt. Setzt der zweite Reiz 30 - 60 Millisekunden später ein als der erste, so führt dies bei synthetisch hergestellten Konsonant-Vokal-Silben zum Lag-Effekt: der zweite Reiz wird bevorzugt reproduziert, da er die noch nicht abgeschlossene Analyse des ersten stört. Andererseits können aber nach BARU et al. (1972) Reize, bis zu 150 - 200 Millisekunden

verzögert angeboten, noch als gleichzeitig empfunden werden.

Intensität: Nach CULLEN et al. (1974) und PORTER et al. (1975) beeinflussen Intensitätsunterschiede von mehr als 6 dB bei Unsinn-Silben und 15 - 20 dB bei komplexeren Reizen das Versuchsergebnis. Zwar bleibt die Summe der richtigen Leistungen meistens erhalten, jedoch kommt es zu einer Verschiebung zum anderen Ohr (Umkehr der Ohrasymmetrie). Wird dagegen die Lautstärke beim Abspielen unter 50 dB verringert, so nehmen die richtigen Antworten abrupt ab. Auch BERLIN et al. (1976) haben deutlich herausgestellt: bei Abspiellautstärken von 50 bzw. 80 dB und Intensitätsunterschieden zugunsten des linken Ohrs von 5 bzw. 10 dB wird noch Rechtsohreffekt erzielt. Erst wenn diese Grenzwerte der Intensitätsunterschiede bei zugehöriger Abspiellautstärke überschritten werden, tritt Linksohreffekt ein.

Darbietung, Wiedergabe: Verstreicht zwischen Darbietung und Wiedergabe monaural präsentierter Sätze eine gewisse Zeit, so tritt Rechtsohreffekt ein (JARVELLA et al. 1970).

Dauer, Amplitudenmaxima, Anstiegssteilheit: Um Unterschiede bei der Analyse des Tonzeitmusters gering zu halten, sollten beide Stimuli eines Reizpaares möglichst gleich lang sein (gleiche Silbenzahl und Sprechgeschwindigkeit). Übereinstimmung der Reize bezüglich Amplitudenmaxima und Anstiegssteilheit ist bei komplexen Reizen der natürlichen Sprache (mehrsilbige Wörter oder Sätze) nicht möglich, andernfalls wären die Sprachinhalte wegen Verfremdungseffekten nicht mehr erkennbar.

Reversion: Trotz bester Technik und größtmöglicher Sorgfalt ist es sehr schwierig, deckungsgleiche Reize zu erarbeiten, bleiben doch noch zufällige, gerätebedingte Ungleichheiten. Um deren Einfluß auf das Ergebnis der Stichprobe zu eliminieren, ist es zweckmäßig, den Kopfhörer nach der Hälfte der Darbietung umzudrehen, sowohl bei der Einzel-

person als auch innerhalb der Gruppe (Abb. 3).

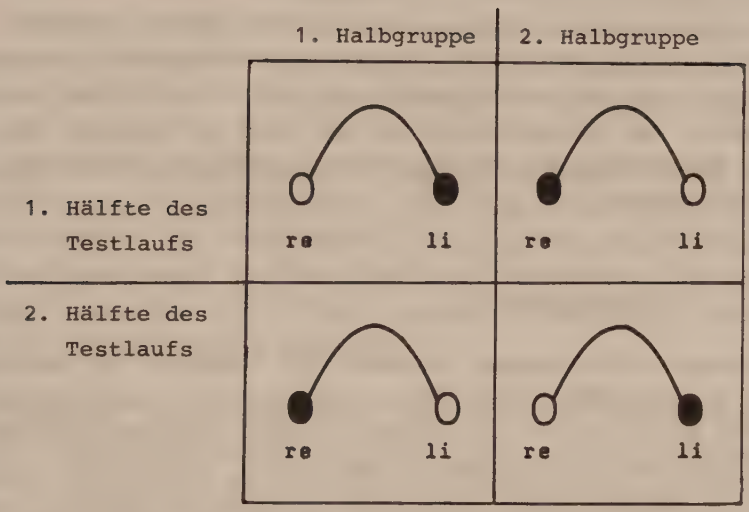



Abb. 3: Darstellung der Reversion. Umdrehen des Kopfhörers bei der Einzelperson und innerhalb der Gruppe. re: rechtes Ohr
li: linkes Ohr

Interstimulus-Intervall: Die Gesamtleistung und die Differenz zwischen den Ohren nimmt nach SPREEN et al. (1970) mit zunehmender Länge des Intervalls zwischen den Reizpaaren ab.

## 3. EXPERIMENTELLER TEIL

### 3.1. Testmethode

Die Untersuchung wurde als dichotischer Hörtest durchgeführt, die Ergebnisse mit averbalem Handlungsteil sukzessive durch Zeigen auf Antwortwahlkarten (Multiple-Choice) reproduziert. Die Versuchsanordnung war also so angelegt, daß die Reihenfolge der Hörwahrnehmung (order of perception) geprüft wurde.

### 3.2. Testmaterial

Es wurden 80 Reizpaare (zusammen 160 Elemente) aus Wörtern und Rechenaufgaben erarbeitet, die in vier Schwierigkeitsgrade mit je 20 Paaren unterteilt waren. Welches Wort mit welcher Rechnung ein Paar bilden sollte, wurde durch Randomisation ermittelt. Die Schwierigkeit einer Aufgabe wird durch die beiden Variablen "Zeit" und "Komplexität (Aufgabenstellung)" bestimmt. Bei dieser Untersuchung wurde die Zeit zur Lösung der Aufgabe konstant gehalten, somit war gesichert, daß mit veränderter Aufgabenstellung sich auch der Schwierigkeitsgrad der Aufgabe ändern mußte.

Schwierigkeitsgrad 1: einschließlich Rechenbefehl drei Silben; kombiniert wurden Wörter der 1. Gruppe des Feldmann-Tests mit Strichrechnungen (Addition, Subtraktion).

Schwierigkeitsgrad 2: einschließlich Rechenbefehl drei Silben; kombiniert wurden Wörter der 2. Gruppe des Feldmann-Tests mit Multiplikationen.

Schwierigkeitsgrad 3: einschließlich Rechenbefehl sechs Silben; kombiniert wurden Fremdwörter mit Divisionen.

Schwierigkeitsgrad 4: einschließlich Rechenbefehl acht Silben; kombiniert wurden Fremdwörter mit komplexen Rechnungen. Diese bestanden aus zwei Teilrechenaufgaben (Strichrechnung und Punktrechnung oder umgekehrt) der vorgenannten Rechnungen aus Schwierigkeitsgrad 1 - 3.

Wörter: Das Testmaterial der Schwierigkeitsgrade 1 - 2 war Umgangssprache (Feldmann-Test); die Fremdwörter der Schwierigkeitsgrade 3 - 4 wurden etwa zu gleichen Teilen aus Stichwortverzeichnissen von Fachbüchern der Astronomie, Biologie, Chemie, Geologie, Geschichte, Literatur, Medizin, Philosophie, Physik und Psychologie entnommen.

Rechnungen: Die Rechenaufgabe einschließlich Rechenbefehl eines Reizpaares sollte aus gleich vielen Silben bestehen wie das zugehörige Wort; durch unterschiedliche Silbenzahl würde vorinformiert und der Sprechvorgang ungleich beendet. Deshalb wurden zunächst die Zahlwörter einer Silbenanalyse unterzogen. Ferner zeigte sich in einem kurzen Test, daß Multiplikationen und Divisionen aus der zweiten Hälfte des kleinen Einmaleins dem Ungeübten mehr Schwierigkeiten bereiten, als die erste Hälfte.

Diese Überlegungen führten zu den Pools (siehe Anhang, Seite 1) der einzelnen Schwierigkeitsgrade. Um Lerneffekte auszuschließen, wurden Wiederholungen vermieden. In Schwierigkeitsgrad 4 mußten wegen der Silbenzahl auch einfachste Rechnungen aus dem großen Einmaleins aufgenommen werden.

Die aus dem Lateinischen abgeleiteten Rechenbefehle wurden ebenfalls einer Silbenanalyse zugeführt. Sie zeigen den Nachteil unterschiedlicher Silbenlänge und Anfangssilben. Dadurch würde schon mit der ersten Silbe die Versuchsperson über den zu erwartenden Rechenbefehl informiert sein, noch ehe der Sprechvorgang abgeschlossen wäre. Deshalb lautete

der Rechenbefehl bei Addition "und", bei Subtraktion "weg",bei Multiplikation "mal" und bei Division "durch".

### 3.3. Testaufbau

Der Aufbau des Tests gliederte sich in zwei homogene Gruppen, deren Zusammensetzung Tabelle 1 zeigt. Gruppe 1 wurde aus den Reizpaaren 1 - 40 und Gruppe 2 aus den Reizpaaren 41 - 80 gebildet. Jede Gruppe bestand aus je fünf Wort/Rechnung- und Rechnung/Wort-Kombinationen je Schwierigkeitsgrad. Welches Reizpaar die Kombination Wort/Rechnung oder Rechnung/Wort erhielt, wurde randomisiert, ebenso die Zuteilung zur ersten oder zweiten Gruppe, sowie die Abfolge der Reizpaare im Test.

Tab. 1: Übersicht der Kombinationen innerhalb der Schwierigkeitsgrade. Wo: Wort Re: Rechnung

| Schwierigkeitsgrad | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Stimuluspaar 1 - 40: | | | | |
| Wo - Re | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Re - Wo | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Stimuluspaar 41 - 80: | | | | |
| Wo - Re | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Re - Wo | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Summe Wo - Re | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Summe Re - Wo | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Gesamtsumme | 20 | 20 | 20 | 20 |

Abfolge des randomisierten Testmaterials:

| KANAL 1 | KANAL 2 |
|---|---|
| 1. 9 weg 4 | Leberwurst |
| 2. Pinselstrich | 12 und 3 |
| 3. Feuerwehr | 6 mal 8 |
| 4. Azimutalprojektion | 31 mal 3 und 6 |
| 5. Lysergsäurediethylamid | 76 durch 2 weg 12 |
| 6. 8 weg 6 | Pferdestall |
| 7. 33 mal 2 weg 8 | Dynamometamorphose |
| 8. 42 durch 6 und 11 | Determinationskonstante |
| 9. Lichterglanz | 9 mal 8 |
| 10. Aberrationskonstante | 20 mal 7 weg 80 |
| 11. 42 durch 6 | Monophysitismus |
| 12. Bienenkorb | 2 und 11 |
| 13. 81 durch 9 | Denitrifikation |
| 14. Alkalihydroxozinkat | 31 und 4 durch 5 |
| 15. Ultramontanismus | 32 durch 8 |
| 16. 64 durch 8 | Patrimonialstaat |
| 17. 45 durch 3 und 8 | Transformationsintervalle |
| 18. 33 und 3 durch 12 | Elektronenkonfiguration |
| 19. Knotenpunkt | 5 mal 9 |
| 20. Lateralgeotropismus | 36 durch 3 weg 5 |
| 21. 8 mal 8 | Nebenfluß |
| 22. Partikularismus | 72 durch 8 |
| 23. Federbett | 4 weg 1 |
| 24. 4 mal 5 | Backenzahn |
| 25. 29 weg 5 durch 12 | Dinitromonohydridion |
| 26. Kollaborateure | 45 durch 9 |
| 27. 5 weg 3 | Eisenbahn |
| 28. Hydroxylradikal | 48 durch 6 |
| 29. Lampenlicht | 3 und 12 |
| 30. Interferometer | 32 durch 4 |
| 31. 36 durch 6 | Gravitationskollaps |
| 32. 3 weg 2 | Führerschein |
| 33. 12 weg 8 | Lattenzaun |

| KANAL 1 | KANAL 2 |
|---|---|
| 34. 9 mal 9 | Segelschiff |
| 35. Jahreszeit | 6 mal 5 |
| 36. 36 durch 4 | Autokorrelation |
| 37. 8 mal 6 | Fensterbank |
| 38. 6 mal 4 | Fahnenflucht |
| 39. Patenkind | 6 weg 5 |
| 40. Wasserhahn | 5 mal 8 |
| 41. 52 und 2 durch 6 | Dielektrizitätskonstante |
| 42. 2 weg 0 | Autofahrt |
| 43. Cäsaropapismus | 63 durch 9 |
| 44. Kettenglied | 9 mal 6 |
| 45. 5 mal 5 | Zifferblatt |
| 46. 6 mal 6 | Kragenknopf |
| 47. 4 mal 9 | Weizenmehl |
| 48. Küchenschrank | 4 und 10 |
| 49. Speisesaal | 6 mal 9 |
| 50. 11 und 6 | Nadelstich |
| 51. Lippenstift | 11 weg 9 |
| 52. Kohlenstaub | 8 mal 5 |
| 53. 72 durch 9 | Antikominternpakt |
| 54. Traubensaft | 9 mal 5 |
| 55. 45 weg 9 durch 6 | Magnetohydrodynamik |
| 56. Aktivitätskoeffizient | 89 weg 8 durch 9 |
| 57. Knochenmark | 6 und 9 |
| 58. 5 und 4 | Feigenbaum |
| 59. 24 durch 8 | Akkumulatoren |
| 60. 8 mal 9 | Liederbuch |
| 61. Seccorezitativ | 24 durch 4 |
| 62. 21 mal 3 weg 9 | Nitrilothiophosphorsäure |
| 63. Fensterglas | 8 und 8 |
| 64. Kapitalakkumulation | 78 weg 6 durch 9 |
| 65. Inquisitionsedikt | 54 durch 9 |
| 66. 9 und 5 | Ofenrohr |
| 67. 5 mal 6 | Schlüsselloch |
| 68. 64 durch 8 weg 3 | Mikrominiaturisierung |

| KANAL 1 | KANAL 2 |
|---|---|
| 69. Kupferdraht | 8 mal 4 |
| 70. 24 durch 6 | Faradayrotation |
| 71. 10 und 2 | Blumentopf |
| 72. 28 durch 4 | Apertursynthese |
| 73. Hagelkorn | 10 weg 10 |
| 74. Trivanadinsäureester | 7 mal 7 weg 17 |
| 75. Konvektionssolare | 54 durch 6 |
| 76. Antiferromagnetismus | 62 und 10 durch 8 |
| 77. 56 durch 8 | Säkularisation |
| 78. Interfasciculararkambium | 22 mal 4 und 5 |
| 79. Tetrapolitana | 48 durch 8 |
| 80. 48 durch 12 und 9 | Valenzbastardisierungen |

Bei diesem Testaufbau wurde bewußt auf geschlossene Gruppen der einzelnen Schwierigkeitsgrade verzichtet. Durch die zufällige Anordnung der Rangfolge und Kombinationen sollte ein durch den Aufbau beeinflußtes Ergebnis ausgeschlossen werden. Eine Einstellung der Versuchspersonen auf konstante Verteilungen war also verhindert!

### 3.4. Testbandherstellung

Das Testband wurde im Labor für medizinische Akustik der Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten, Tübingen hergestellt. Für die Aufnahme wurden ein Bruel-Kjaer-Kondensatormikrophon Typ 4144 und ein Revox-A 77-Zweispur-Stereo-Tonbandgerät verwendet.

Da die Synchronisation der beiden Stimuli eines Reizpaares ein hohes Maß an Exaktheit erforderte, der technische Einsatz aber von der Kostenseite her begrenzt war, mußte

durch erheblichen zeitlichen Aufwand das geforderte Ziel erreicht werden. Zunächst wurde mit ruhiger Normalsprache (Betonung, Tempo, Aussprache) Spur 1 des Bandes komplett besprochen. Um den komplementären Stimulus jedes Paares möglichst synchron auf Spur 2 sprechen zu können, wurden die Stimmeinsatzpunkte auf Spur 1 jeweils mechano-akustisch und optisch ermittelt. Die Synchronisation beider Spuren wurde stichprobenweise mit einem Zweistrahl-Speicher-Oszilloskop Tek Tronic, Typ 5103 N überprüft.
Abbildung 4 - 6 zeigt je ein Oszillogramm eines Reizpaares aus Schwierigkeitsgrad 2 - 4.

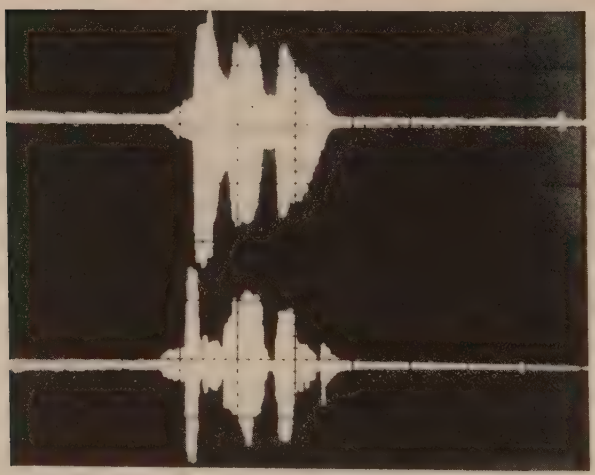


Abb. 4: Phonogramme aus Schwierigkeitsgrad 2, Reizpaar Nr. 3:
Feuerwehr (oben) 6 mal 8 (unten)

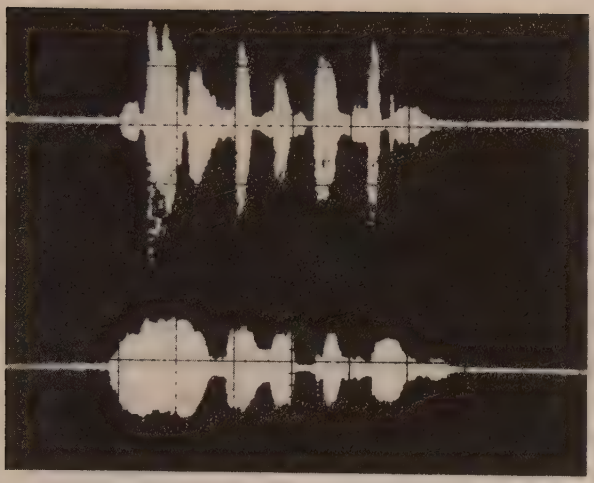


Abb. 5: Phonogramme aus Schwierigkeitsgrad 3,
Reizpaar Nr. 11:
42 durch 6 (oben), Monophysitismus (unten)

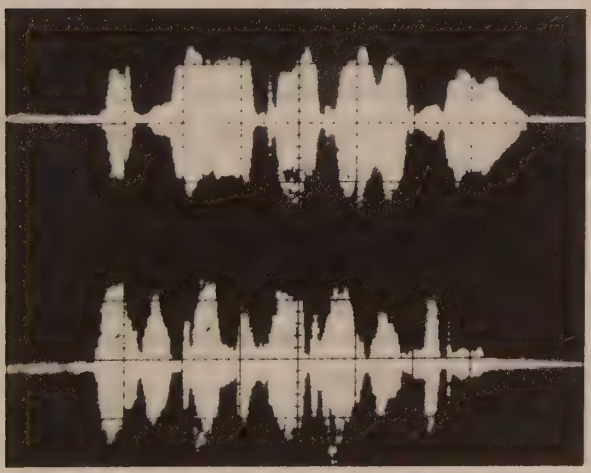


Abb. 6: Phonogramme aus Schwierigkeitsgrad 4,
Reizpaar Nr. 4:
Azimutalprojektion (oben),
31 mal 3 und 6 (unten)

Folgende Werte wurden ermittelt: die Differenz der Sprach-einsatzpunkte zweier Stimuli eines Reizpaares schwankte zwischen 10 und 150 Millisekunden. Die Dauer der Reize in Schwierigkeitsgrad 1 betrug ca. 1,5 Sekunden, in Schwierigkeitsgrad 2 ca. 2 Sekunden, in Schwierigkeitsgrad 3 ca. 3 Sekunden und in Schwierigkeitsgrad 4 ca. 4 Sekunden. Das Zeitintervall zweier aufeinanderfolgender Reizpaare lag bei 5 Sekunden. Die Intensitätsunterschiede zwischen den Stimuli eines Reizpaares und zwischen den einzelnen Reiz-paaren überschritt 5 dB nicht. Die Laufzeit des so herge-stellten Bandes betrug 2 mal 7 Minuten.

### 3.5. Versuchspersonen

Für die Untersuchung waren, nach Überprüfung der Rechtshändig-keit und des Hörvermögens, ca. 60 weibliche und männliche, rechtshändige Studenten zugelassen.

Da die obere Tonfrequenzgrenze (maximales Hörvermögen von 16 - 21 000 Hz) mit zunehmendem Alter deutlich abfällt -altersbedingter Hörverlust begrenzt die obere Tonfrequenz-höhe ab dem 35. Lebensjahr auf ca. 15 000 Hz- sollten die Versuchspersonen etwa zwischen 20 und 30 Jahre (1 Dekade) alt sein. Ferner wurde gefordert, daß der Bildungsstand aller Versuchspersonen etwa gleich sei. Deshalb wurden Studenten aller Fachrichtungen der Universität Tübingen ausgewählt, die überwiegende Mehrheit befand sich in der ersten Hälfte ihres Stadiums.

### 3.6. Händigkeitstest

Zur Überprüfung der Rechtshändigkeit wurden Zeichenstift und Schere auf den Tisch gelegt und die Versuchspersonen aufgefordert, eine unregelmäßig begrenzte, geometrische Figur auf einen Bogen Papier zu zeichnen und auszuschneiden.

Dann wurde aufgefordert zu applaudieren und zu schreiben. Schließlich sollten die Versuchspersonen ihre Händigkeit noch selbst beurteilen.

### 3.7. Hörprüfung

Da Intensitätsunterschiede aufgrund von Hörschäden ebenfalls Seiteneffekte verursachen können, wurden die Versuchspersonen einer monotischen Hörprüfung unterzogen. Es wurden bei 30 dB Lautstärke wahlweise dem rechten oder linken Ohr Töne verschiedener Frequenz und in unterschiedlichen Zeitabständen angeboten. Die Versuchspersonen sollten angeben, wann, wie oft und auf welchem Ohr sie den Ton hörten. Den Aufbau der Hörprüfung zeigt Tabelle 2.

Tab. 2: Aufbau der monotischen Hörprüfung

| Frequenz | KANAL 1 | KANAL 2 |
|---|---|---|
| 250 | III | |
| 1 000 | | II |
| 4 000 | | III |
| 1 000 | IIIII | |
| 4 000 | III | |
| 250 | | IIII |

### 3.8. Antwortwahlkarten

Die Ergebnisse der dichotischen Untersuchung sollten mit einem averbalen Handlungsteil nach dem Antwortwahlverfahren (Multiple-Choice) reproduziert werden. Versprechen und Korrigieren oder sprechend Denken (Ausrechnen der Rechenaufgabe während das Wort nachgesprochen würde) werden damit vermieden und die Reproduktionszeit wesentlich verkürzt.

Das richtige Wort und das Rechenergebnis sollten in der Reihenfolge der Hörwahrnehmung aus je drei Möglichkeiten gezeigt werden. Der Aufbau der Antwortwahlkarten (Abb. 7) erfolgte nach Erkenntnissen des optimalen Lesens (ZIELKE 1971, 1974). Links stand immer die Kolumne der drei Wörter, rechts die der drei Zahlen. Die Gruppe der Zahlen konnte mit einer Blickspanne, die Gruppe der Wörter mit maximal zwei Blickspannen erfaßt werden. Somit war

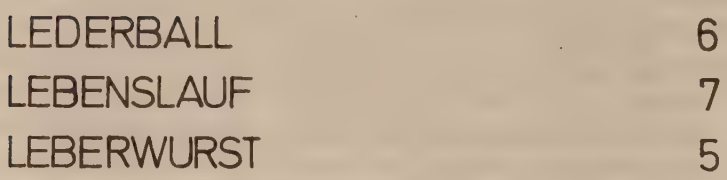



Abb. 7: Aufbau einer Antwortwahlkarte für Reizpaar Nr. 1: 9 weg 4 / Leberwurst

sichergestellt, daß durch Lesearbeit keine Zeit verlorenging, die eine unvollständige Reproduktion während des kurzen Interstimulusintervalls zur Folge gehabt hätte. Andererseits sollte durch länger dauernde Lesearbeit auch kein Vorteil entstehen, um während des Lesevorgangs ein Ergebnis zu berechnen oder durch die Leseinformation zu berichtigen.

Die Rangfolge (Präferenz) der richtigen Lösung innerhalb der Kolumne der Wörter bzw. Zahlen (Rechenergebnisse) wurde für die Wörter und Zahlen getrennt randomisiert. Eine annährernd homogene Verteilung innerhalb eines Schwierigkeitsgrades war das Ziel. Bei 20 Reizpaaren wurde die Präferenz 1 sieben mal, die Präferenz 2 ebenfalls sieben mal und die Präferenz 3 sechs mal belegt.
Alle Antwortwahlkarten wurden mit der Schablone (0.5 x 6.0 mm) geschrieben; damit war sichergestellt, daß die Versuchspersonen das Schriftbild im Arbeitsabstand von ca. 60 cm gut lesen konnten.

## 3.9. Versuchsdurchführung

Geräte: Um für die Untersuchung beweglich zu sein, wurde die im Labor hergestellte Originalaufnahme auf eine Tonbandkassette überspielt. Diese wurde über einen Philips N 2511 Kassettenrekorder und Stereokopfhörer Koss Professional HV/1A abgespielt.

Ort: Die Versuchspersonen bewohnten Appartementhäuser des Studentendorfs Waldhäuser-Ost, Tübingen. Die Zimmer waren alle gleich groß und gleich eingerichtet, in der Ferne waren leise Störgeräusche (Straßenverkehr) zu hören. Die äußeren Versuchsbedingungen waren also für alle Versuchspersonen etwa gleich.

Zeitpunkt: Getestet wurde werktags von ca. 19.00 - 22.00 Uhr; es wurde Sorge getragen, daß keine Unterbrechung oder Störung durch andere Personen erfolgte.

Nachdem die Versuchspersonen die Kriterien 3.5.-.7 erfüllt hatten, waren sie für die Untersuchung zugelassen. Den ersten 30 Versuchspersonen wurde für die erste Hälfte des Tests die rote Muschel des Kopfhörers auf das rechte Ohr aufgesetzt und in der zweiten Hälfte des Tests auf das linke Ohr. Bei den Testpersonen 31ff wurde in umgekehrter Reihenfolge vorgegangen: erste Hälfte rote Muschel linkes Ohr, zweite Hälfte rechtes Ohr. Der dichotische Hörtest dauerte zweimal sieben Minuten mit zwei Minuten Pause nach den ersten 40 Reizpaaren. Die Abspiellautstärke betrug 60 dB.

Um zu gewährleisten, daß jeder Teilnehmer genau dieselbe Einführung erhielt, wurden die Versuchspersonen über Band informiert (siehe Anhang Seite 3 ).
Vorab wurden drei Reizpaare ohne Bewertung dargeboten, damit die Teilnehmer sich an die Testsituation gewöhnen konnten; unmittelbar anschließend folgte der Test. Der Versuchsleiter verfolgte über einen zweiten Kopfhörer den Testablauf und legte sofort die Antwortwahlkarten auf, wenn ein Reizpaar zu Ende gesprochen war. Während des Interstimulusintervalls von fünf Sekunden sollte die Versuchsperson in der Reihenfolge der Hörwahrnehmung die Ergebnisse auf der Antwortkarte zeigen. Korrigieren oder verspätetes Zeigen (nach Ablauf des reizfreien Intervalls) wurde nicht akzeptiert.

Antwortbogen: Von jeder Versuchsperson wurde ein Antwortbogen mit Personaldaten (siehe Anhang Seite 4 ) angelegt. Dieser Bogen zeigt für die 80 Reizpaare je drei Spalten für die Wahlmöglichkeiten der Wort- und Zahlreproduktion (Rechenergebnis). Die zuerst gezeigte Wahl wurde mit einem Strich notiert, die an zweiter Stelle mit zwei Strichen; erfolgte keine Angabe, so wurde dies mit Fragezeichen markiert.

Interview: Nach beendetem Test wurden die Versuchspersonen gefragt, wie sie die Aufgabe lösten. Die Mehrzahl gab die gleiche Strategie an: nach einem Experimentierstadium (erste 10 - 15 Reizpaare) hätten sie sich nur noch auf die Rechnung konzentriert und auch meist zuerst angegeben; für die Wortidentifikation hätte das bewußte Erfassen der ersten, häufiger der letzten Silbe, genügt.

## 3.10. Auswertung und Codierung

Bei 61 Antwortbogen mit je 160 Elementen (80 Reizpaare) waren insgesamt 9760 Antworten zu korrigieren. Es ist klar, daß dieser Arbeitsaufwand nur durch systematisches Vorgehen fehlerfrei zu bewältigen war. Zur Auswertung der richtigen Antworten wurde deshalb eine gefensterte Auswertungsschablone "Richtige" (siehe Anhang Seite 5) hergestellt: die Kästchen eines Originalantwortbogens, die den richtigen Lösungen entsprachen, wurden ausgeschnitten. Nun mußte die gefensterte Schablone nur auf die Datenbogen der Versuchspersonen gelegt und überall dort, wo in einem Fenster eine Antwort stand, als richtig markiert werden. In gleicher Weise wurde eine komplementäre Schablone "Falsche" gefertigt und analog verfahren.
Um das gesamte Datenmaterial über elektronische Datenverarbeitung erfassen und analysieren zu können, wurde die Ergebnisaufzeichnung jedes Reizpaares mit einem dreiziffrigen Code verschlüsselt. Die erste und zweite Ziffer kennzeichnet die Reproduktionen, die dritte Ziffer die Rechtsohrpräsentation.

Wortreproduktion richtig = 1
Wortreproduktion falsch = 2
Wortreproduktion keine Angabe = 3

Rechenreproduktion richtig = 4
Rechenreproduktion falsch = 5
Rechenreproduktion keine Angabe = 6

War das Wort zuerst reproduziert worden, wurden dessen Kennziffern an erster Stelle eingetragen, an zweiter Stelle folgten dann die Kennziffern der Rechenreproduktion. Gleicherweise wurde verfahren, wenn das Rechenergebnis zuerst und das Wort an zweiter Stelle reproduziert wurden. Tabelle 3 zeigt die möglichen Antwortkombinationen. Erste und zweite Reproduktion "keine Angabe" wurde immer mit 36 verschlüsselt; nur erste Reproduktion "keine Angabe", ist aus logischen Gründen nicht möglich.

Tab. 3: Antwortkombinationen (1. u. 2. Ziffer des Codes)

| 1. Reproduktion | 2. Reproduktion | Kennziffer |
|---|---|---|
| Wort richtig | Rechnung richtig | 14 |
| | falsch | 15 |
| | keine Angabe | 16 |
| Wort falsch | Rechnung richtig | 24 |
| | falsch | 25 |
| | keine Angabe | 26 |
| keine Angabe | keine Angabe | 36 |
| Rechnung richtig | Wort richtig | 41 |
| | falsch | 42 |
| | keine Angabe | 43 |
| Rechnung falsch | Wort richtig | 51 |
| | falsch | 52 |
| | keine Angabe | 53 |

Die dritte Ziffer des Codes kennzeichnet, ob Wort oder Rechnung aus Schwierigkeitsgrad 1 - 4 dem rechten Ohr präsentiert wurden (Tabelle 4). Insgesamt (61 Versuchspersonen) waren 4 880 dritte Codeziffern zu vergeben, deshalb wurde wiederum systematisch verschlüsselt.

Tab. 4: Codierung der Rechtsohrpräsentation (3-Ziffer des Codes)

| Rechtsohrpräsentation | Schwierigkeitsgrad | Kennziffer |
|---|---|---|
| Wort | 1 | 1 |
| | 2 | 2 |
| | 3 | 3 |
| | 4 | 4 |
| Rechnung | 1 | 5 |
| | 2 | 6 |
| | 3 | 7 |
| | 4 | 8 |

Es mußten sechs weitere Schablonen gefertigt werden: je eine für die vier Schwierigkeitsgrade und je eine für Rechtsohrpräsentation "Wort" und "Rechnung" (siehe Anhang Seite 5 ). Es war zu beachten, daß wegen der Reversion (siehe 2.3.) und des komplementären Aufbaus der Reizpaare die Schablone Rechtsohrpräsentation "Wort" der ersten Halbgruppe (Versuchsperson 1 - 30) gleichzeitig für die zweite Halbgruppe (Versuchsperson 31ff) die Schablone Rechtsohrpräsentation "Rechnung" darstellte. Analoges galt für die Schablone Rechtsohrpräsentation "Rechnung" der ersten Halbgruppe.
Je eine Schablone der Schwierigkeitsgrade mußte immer mit der Schablone Rechtsohrpräsentation "Wort" oder "Rechnung" kombiniert auf die Datenbogen gelegt werden. Wie sich aus

den Kombinationen der Reizpaare innerhalb der Schwierigkeitsgrade (siehe 3.3., Tab. 1) logischerweise ergab, blieben so jedesmal zehn Fenster offen, in die die entsprechende Kennzahl 1 - 8 eingetragen wurde.

Die Richtigkeit jedes einzelnen Schrittes der Auswertung bzw. Codierung wurde von zwei verschiedenen Personen überprüft; zusammen mit der Plausibilitätsprüfung per Computer in der Dokumentation (siehe 3.11.) war also eine dreifache Sicherheit gegeben. Das differenzierte System der dreiziffrigen Codierung wurde gewählt, um nach abgeschlossener Dokumentation das Antwortverhalten aller Testpersonen analysieren zu können. Falls erforderlich (z.B. bei statischen Ausreißern), sollten gezielt einzelne Reizpaare oder Datensätze herausgegriffen und untersucht werden können.

### 3.11. Dokumentation und Statistik

61 Datensätze mit zusammen ca. 15 000 originären Daten wurden auf Lochkarten gestanzt, zweifach kontrolliert und per Computer auf Plausibilität geprüft. Dokumentatorisch-technische Gründe zwangen, bei der aufgeworfenen Fragenstellung zu einem umfangreichen Computerprogramm: die originären Daten dienten als Basis für 450 abgeleitete Daten (Variablen) das zugehörige Antwortverhalten der 61 Testpersonen wurde auf 900 einfachen Häufigkeitstabellen (Kontigenztafeln) ausgedruckt. Diese wurden gesichtet und wenn für die Fragenstellung bedeutungsvoll, das arithmetische Mittel $\bar{X}$ und die Standardabweichung SD berechnet.

# 4. ERGEBNISSE

Der Vergleich von Ergebnissen erfolgte nach dem Wilcoxontest für gepaarte Messungen; da $N > 30$, wurden die z-Werte berechnet: $Z \geq 1.96$ bedeutet signifikant auf dem 5%-Niveau ($p \leq 0.05$); $Z \geq 2.58$ bedeutet signifikant auf dem 1%-Niveau ($p \leq 0.01$).

## 4.1. Zusammensetzung der Beobachtungseinheit (N = 61)

Tabellen 5 und 6 zeigen die Versuchspersonen nach Geschlecht, Fachrichtung und Alter aufgeschlüsselt.

Tab. 5: Zusammensetzung nach Geschlecht und Fachrichtung

| Fachrichtung | N | Männer | Frauen |
|---|---|---|---|
| | 61 | 30 | 31 |
| Geisteswissenschaften[1)] | 20 | 7 | 13 |
| Naturwissenschaften[2)] | 41 | 23 | 18 |

1) BWL, VWL, Sprachwissenschaften, Sport, Lehramt, Pädagogik, Jura, Psychologie

2) Medizin, Physik, Chemie, Biologie, Mathematik, Geologie, Agrarwissenschaft; bei mehreren Fachwissenschaften, wurde den Naturwissenschaften zugeordnet.

Tab. 6: Altersverteilung, Durchschnitt 23.8 Jahre

| Alter | N | Männer | Frauen |
|---|---|---|---|
| 19 | 11 | 3 | 8 |
| 20 | 1 | - | 1 |
| 22 | 5 | 1 | 4 |
| 23 | 5 | 2 | 3 |
| 24 | 12 | 8 | 4 |
| 25 | 13 | 5 | 8 |
| 26 | 6 | 5 | 1 |
| 27 | 3 | 2 | 1 |
| 28 | 2 | 2 | - |
| 30 | 2 | 2 | - |
| 31 | 1 | - | 1 |

## 4.2. Untersuchung auf Seiteneffekte

Tab. 7: Vergleich der richtigen Erstreproduktion bei Präsentation am rechten und linken Ohr.
Schwgrd.: Schwierigkkeitsgrad

| | Schwgrd. | rechtes Ohr $\bar{X}$ SD | linkes Ohr $\bar{X}$ SD | Bewertung |
|---|---|---|---|---|
| 1. Reproduktion Wort richtig | 1 | 4.5 ± 3.1 | 3.7 ± 2.6 | re > li |
| | 2 | 4.0 ± 2.9 | 4.2 ± 2.6 | re < li |
| | 3 | 4.3 ± 2.9 | 3.7 ± 2.6 | re > li ($p \leq 0.05$) |
| | 4 | 4.9 ± 2.6 | 5.0 ± 2.7 | re < li |
| 1. Reproduktion Rechnung richtig | 1 | 6.7 ± 2.2 | 6.2 ± 2.8 | re > li |
| | 2 | 7.4 ± 2.5 | 6.6 ± 2.4 | re > li ($p \leq 0.01$) |
| | 3 | 6.6 ± 2.5 | 6.0 ± 2.4 | re > li ($p \leq 0.01$) |
| | 4 | 4.3 ± 1.9 | 4.0 ± 2.0 | re > li ($p \leq 0.01$) |

Der Vergleich bei Präsentation am rechten und linken Ohr ergibt für das Wort Rechtsohreffekt in Schwierigkeitsgrad 1, in Schwierigkeitsgrad 3 sogar singifikant auf dem 5%-Niveau; für Schwierigkeitsgrad 2 und 4 dagegen Linksohreffekt, aber nicht signifikant. Der Vergleich für die Rechnung zeigt durchweg Rechtsohreffekt, in Schwierigkeitsgrad 2 - 4 signifikant auf dem 1%-Niveau.

## 4.3. Prävalenzuntersuchungen (unter Beachtung der Präsentation)

Tab. 8: Wortprävalenzuntersuchung. Verglichen wird Re/rechtes Ohr und Wo/linkes Ohr. Repro: Reproduktion, Wo: Wort, Re: Rechnung, r: richtig

| Schwgrd. | Re —1.Repro rechtes Ohr $\bar{X}$ SD | r ———Wo linkes Ohr $\bar{X}$ SD | Bewertung |
|---|---|---|---|
| 1 | $6.7 \pm 2.2$ | $3.7 \pm 2.6$ | re > li ($p \leq 0.01$) |
| 2 | $7.4 \pm 2.5$ | $4.2 \pm 2.6$ | re > li ($p \leq 0.01$) |
| 3 | $6.6 \pm 2.5$ | $3.7 \pm 2.6$ | re > li ($p \leq 0.01$) |
| 4 | $4.3 \pm 1.9$ | $5.0 \pm 2.7$ | re < li |

Lediglich in Schwierigkeitsgrad 4 findet sich eine nicht signifikante Prävalenz des Worts.

Tab. 9: Untersuchung auf Prävalenz der Rechnung. Verglichen wird Wo/rechtes Ohr und Re/linkes Ohr. Repro: Reproduktion
Wo: Wort Re: Rechnung r: richtig

| Schwgrd. | Wo - 1.Repro r ——— Re<br>rechtes Ohr<br>$\bar{X}$ SD | <br>linkes Ohr<br>$\bar{X}$ SD | Bewertung |
|---|---|---|---|
| 1 | 4.5 ± 3.1 | 6.2 ± 2.8 | re < li ($p \leq 0.01$) |
| 2 | 4.0 ± 2.9 | 6.6 ± 2.4 | re < li ($p \leq 0.01$) |
| 3 | 4.3 ± 2.9 | 6.0 ± 2.4 | re < li ($p \leq 0.01$) |
| 4 | 4.9 ± 2.6 | 4.0 ± 2.0 | re > li |

Der Vergleich zeigt eine signifikante Prävalenz der Rechenaufgabe in Schwierigkeitsgrad 1 - 3 auf dem 1%-Niveau.

## 4.4. Hemisphärenleistung

Um einen Leistungsvergleich der Hemisphären durchzuführen, wurde eine positive und negative Leistungszahl berechnet. Die Positivleistungszahl wurde ermittelt aus erster und zweiter Reproduktion Wort oder Rechnung richtig, die Negativleistungszahl aus erster und zweiter Reproduktion Wort oder Rechnung falsch, sowie zweiter Reproduktion Wort oder Rechnung keine Angabe. Addiert wurden die arithmetischen Mittel der verschiedenen Reproduktionen, jeweils getrennt für die beiden Hemisphären bei gleichzeitiger Präsentation am kontralateralen Ohr.

Tab. 10: Leistungsvergleich der Hemisphären
re: rechte li: linke

| | Schwgrd. | linke Hemisphäre (rechtes Ohr) | rechte Hemisphäre (linkes Ohr) |
|---|---|---|---|
| Positiv-Leistungszahl | 1 | 21.0 | 20.4 |
| | 2 | 22.2 | 22.1 |
| | 3 | 20.0 | 18.9 |
| | 4 | 13.9 | 14.7 |
| Negativ-Leistungszahl | 1 | 5.5 | 7.1 |
| | 2 | 7.0 | 5.3 |
| | 3 | 7.6 | 8.2 |
| | 4 | 11.7 | 11.5 |

Die ermittelten positiven und negativen Leistungszahlen der beiden Hemisphären zeigen in den vier Schwierigkeitsgraden praktisch keinen Unterschied. Abbildung 8 verdeutlicht dies: die entsprechenden geometrischen Figuren sind praktisch symmetrisch bezüglich der x-Achse. Somit weisen die Gesamt-

leistungszahlen (positive minus negative Leistungszahl) der beiden Hemisphären in den vier Schwierigkeitsgraden auch nur geringe Unterschiede auf.

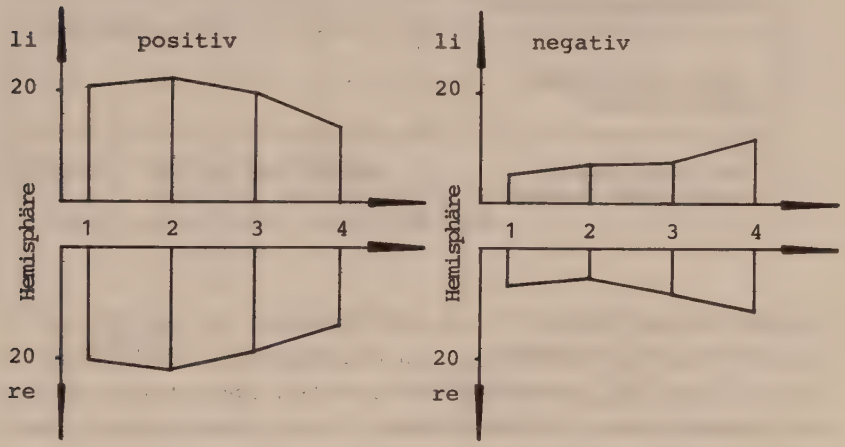



Abb. 8: Positive und negative Hemisphärenleistung. Nach oben wurden die Werte für die linke, nach unten für die rechte Hemisphäre, nach rechts die Schwierigkeitsgrade 1 - 4 aufgetragen. re: rechte li: linke

## 4.5. Gleichwertigkeit des Testmaterials

Unabhängig von der Präsentation wurden die arithmetischen Mittel "falsche" und "keine Angabe" addiert; die Summe für das Wort und die Rechnung eines Schwierigkeitsgrades wurden gegenübergestellt.

Tab. 11: Vergleich Wort und Rechnung "falsch" oder "keine Angabe"

| Schwierigkeitsgrad | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Wort falsch oder keine Angabe | 3.2 | 3.8 | 3.6 | 5.4 |
| Rechnung falsch oder keine Angabe | 4.9 | 3.7 | 6.5 | 12.5 |

In Schwierigkeitsgrad 2 ist das Testmaterial der Wörter und Rechnungen gleichwertig, in den Schwierigkeitsgraden 1, 3 und 4 sind die Rechnungen schwieriger. Abbildung 9 stellt den Vergleich dar: bezüglich der x-Achse resultieren keine symmetrischen geometrischen Figuren.

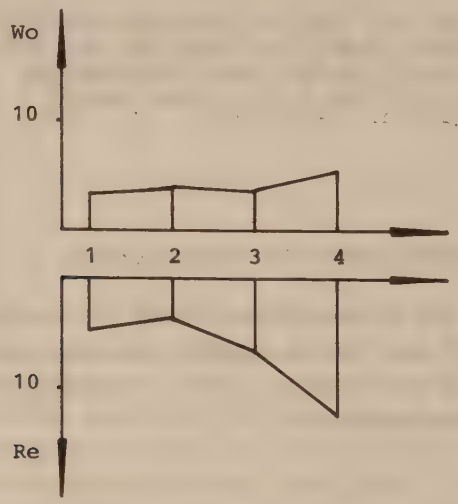



Abb. 9: Darstellung der Prüfung auf Gleichwertigkeit des Testmaterials. Nach oben und unten wurden Summen für das Wort bzw. die Rechnung, nach rechts die Schwierigkeitsgrade aufgetragen.

## 4.6. Antwortverhalten

Unabhängig von der Präsentation und Reproduktion wurden die arithmetischen Mittel richtiger und falscher oder keiner Angaben zum Wort oder zur Rechnung eines Schwierigkeitsgrades addiert. Tabelle 12 und Abbildung 10 stellen die Ergebnisse dar.

Tab. 12: Antwortverhalten
Schwgrd: Schwierigkeitsgrad
Wo: Wort Re: Rechnung

| Schwgrd. | | Angaben | |
|---|---|---|---|
| | | richtig | falsch oder keine |
| 1 | Wo | 20.6 | 3.2 |
| 2 | Wo | 20.9 | 3.8 |
| 3 | Wo | 19.2 | 3.6 |
| 4 | Wo | 16.7 | 5.4 |
| 1 | Re | 19.1 | 4.9 |
| 2 | Re | 20.4 | 3.7 |
| 3 | Re | 16.9 | 6.5 |
| 4 | Re | 9.7 | 12.5 |

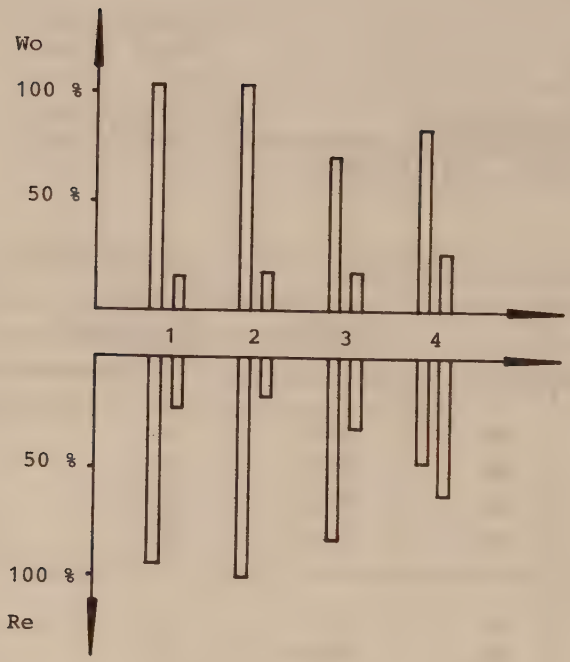



Abb. 10: Antwortverhalten. Die erste Säule eines Paares gibt die richtigen, die zweite Säule die falschen oder keine Angaben wieder. Nach rechts sind die Schwierigkeitsgrade aufgetragen.
Wo: Wort Re: Rechnung

Es zeigt sich, daß die falschen bzw. nicht gewußten Angaben mit dem Schwierigkeitsgrad zunehmen, die richtigen Antworten aber meistens deutlich überwiegen. Lediglich für das Antwortverhalten der Rechnung in Schwierigkeitsgrad 4 ist das Verhältnis richtige zu falschen bzw. nicht gewußten Angaben ausgewogen.
Von 80 möglichen Rechenergebnissen reproduzierten im Durchschnitt die Versuchspersonen ca. 50 mal das Rechenergebnis zuerst, obwohl die Rechenaufgabe nur 40 mal dem rechten Ohr angeboten wurde.

## 4.7. Geschlecht, Fachrichtung

Das Antwortverhalten zwischen Männern und Frauen sowie zwischen Studenten der Geisteswissenschaften und Naturwissenschaften zeigt keine Unterschiede.

## 5. DISKUSSION

Bei der Erarbeitung des Testmaterials und der Durchführung der Untersuchung wurden gesicherte Erkenntnisse aus der Literatur (Simultaneität und Länge der Reize, Interstimulusintervall, Intensitätsunterschied) beachtet. Die äußeren Versuchsbedingungen (gleiche Erwartungshaltung und Tageszeit, gleicher Ort, Reversion) wurden weitgehend standardisiert. Eine Beeinflussung der erzielten Versuchsergebnisse durch mangelhaften Aufbau oder fehlerhafte Durchführung des Tests darf ausgeschlossen werden.

Rechtsohreffekt (Perzeptionsvorteil) für verbales Material bei Rechtshändern (BROADBENT 1954; KIMURA 1967; BAKKER 1970) und Sprachdominanz der linken Hemisphäre (PENFIELD et al. 1959; KIMURA 1961a; SHANKWEILER 1971) sind in der Literatur zahlreich belegt. In dieser Arbeit wurden dem rechten und linken Ohr ebenfalls verbale, jedoch kongnitiv unterschiedliche Reize angeboten. Der erzielte Rechtsohreffekt für Rechnungen und teilweise für Wörter (Schwierigkeitsgrad 1 und 3) ist mit den Literaturzitaten vereinbar. Zunehmende Komplexität der Aufgabe (Schwierigkeit, Stimuluslänge) verstärken den Perzeptionsvorteil des rechten Ohrs (Trend, Signifikanz auf dem 5 %- und 1 %-Niveau). BAKKER (1969, 1970) findet ebenfalls eine Verstärkung der Ohrasymmetrie, wenn das Testmaterial schneller und in längeren Serien (Zunahme der Schwierigkeit) angeboten wird. Durch das "Konkurrenz-" bzw. "Speicher-/Gedächtnismodell" ist das erzielte Ergebnis des Rechtsohreffekts interpretierbar (BROADBENT 1956, 1957; KIMURA 1961a; MILNER 1962).

Nach FELDMANN (1965) ist eine willkürliche Lenkung der Aufmerksamkeit auf einen Reiz in der dichotischen Testsituation möglich: wegen des sehr beweglichen zentralnervösen Umschaltmechanismus könne die Aufmerksamkeit rasch zwischen rechtem und linkem Wahrnehmungskanal pendeln (TREISMAN 1968 1969;

KINSBOURNE 1970 bestätigen; MAINKA et al. 1971 widersprechen). Diese Vorstellung vermag den auf dem 1 %-Niveau signifikanten Reproduktionsvorteil (Prävalenz) der Rechenaufgabe in Schwierigkeitsgrad 1 - 3 zu erklären und deckt sich mit der Aussage der Versuchspersonen im Interview (siehe 3.9.). Um die Problemsituation "dichotische Test", erschwert durch den zufälligen Aufbau des Testmaterials (siehe 3.3.), zu lösen, entwickeln die Teilnehmer eine Denkstrategie (OTT 1971). Zweierlei könnte die Entscheidung gebahnt bzw. begünstigt haben: die Tatsache, daß ein Lernstoff um so leichter reproduzierbar ist je öfter er bewußt war (kleines Einmaleins) (ROHRACHER 1967) und die Wörter allein durch die erste, häufiger durch die letzte Silbe (Teilinformation) identifizierbar waren.

Die Prüfung des Testmaterials ergibt in Schwierigkeitsgrad 2 Gleichwertigkeit, in Schwierigkeitsgrad 1, 3 und 4 war die Rechnung zunehmend schwieriger als das Wort. Ideal-gleichwertig erarbeitetes Testmaterial wäre nach den Kriterien in 4.5. durch ein gleichschenkliges Trapez darstellbar (Abb. 11).

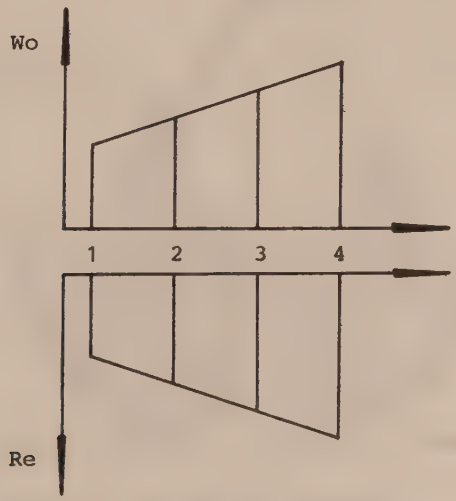



Abb. 11: Darstellung ideal-gleichwertigen Testmaterials

Nach KIMURA (1961a) ist bei ungleichwertigen Reizpaaren keine ausgeprägte Wettbewerbssituation gegeben. Inwiefern dadurch über die innige funktionelle Verbindung des Corpus callosum (SCHEID 1974) noch neuronale Aktivität von einer zur anderen Hemisphäre übertragen wird und das Ergebnis beeinflußt, muß offen bleiben.

Warum aber setzt sich die Rechenaufgabe gegenüber dem Wort in Schwierigkeitsgrad 4 nicht mehr durch?
BREUNINGER (1976) gibt eine mögliche Erklärung: danach ist Seitendominanz nur bei mittelgradiger Verstammelung erzielbar. Übertragen auf diese Arbeit, sollte das Testmaterial nicht zu leicht, aber auch nicht zu schwierig aufgebaut sein. Die Beziehung zwischen Fehlerquote und Schwierigkeitsgrad verdeutlicht Abbildung 12; liegt die Fehlerhäufigkeit im steilen Kurventeil, ist nach unserer Auffassung der Schwierigkeitsgrad der Aufgabe richtig gewählt. Die Befunde von NAGAFUCHI (1970), wonach Dreisilber korrekter wiedergegeben wurden als Zweisilber, weisen in die gleiche Richtung.

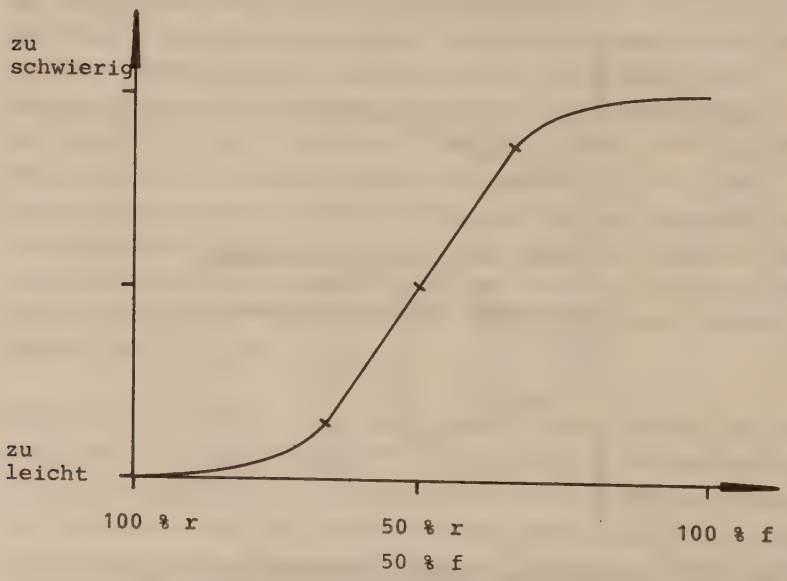



Abb. 12: Beziehung zwischen Fehlerhäufigkeit und Schwierigkeitsgrad

Durch die stets gleiche Anordnung der Kolumne der Zahlen (rechts) und der Wörter (links) sollte eine rasche Orientierung auf der Antwortwahlkarte während des kurzen Interstimulusintervalls möglich sein. Dadurch wurden aber die Zahlen immer auf die korrespondierenden, linksseitigen Netzhauthälften und wegen des Verlaufs der Sehbahnen (Abb. 13) in die linke, sprachdominante Hemisphäre projiziert. Welchen Stellenwert dies, wegen der engen Vermaschung von optischem und akustischem Sensorium über die Formatio reticularis, auf das Untersuchungsergebnis hat, kann nicht gesagt werden.

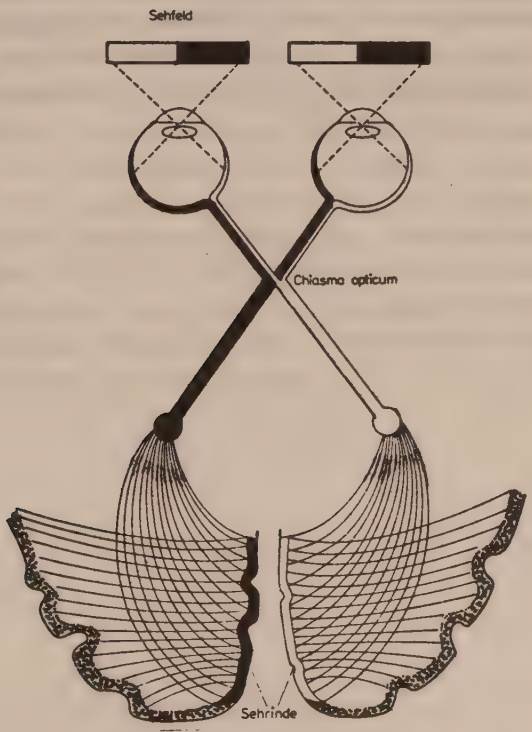



Abb. 13: Verlauf der Sehbahn

Aufgrund der morphologischen bzw. perzeptuellen Asymmetrie (ROSENZWEIG 1961; HALL et al. 1968; GESCHWIND et al. 1968; DOEHRING 1972; SCHEID 1974) wird das in einer dichotischen Testsituation dem rechten oder linken Ohr angebotene akustische Material vor allem der kontralateralen Hemisphäre zugeführt. Somit können die in dieser Arbeit errechneten Leistungszahlen als ein Bewertungsmaß für die entsprechenden Hemisphären gelten. Praktisch bewältigen die beiden Hemisphären die gestellte Aufgabe gleich gut. Beim Vergleich der Genauigkeit der Erstreproduktion bei linksseitig bzw. rechtsseitig angebotenem Reiz findet BRYDEN (1963, 1967) das gleiche Ergebnis. Es muß aber betont werden, daß die errechneten Leistungszahlen einen Versuch darstellen, Hemisphärenfunktion zu quantifizieren; das soll nicht darüber hinwegtäuschen, daß die beiden Hemisphären in der Verarbeitung von Sprachfunktionen als Einheit zu betrachten sind.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

Untersucht werden mit einem dichotischen Hörtest 31 weibliche und 30 männliche, rechtshändige Studenten verschiedener Fachrichtungen, durchschnittlich 23.8 Jahre alt; das Gehörte soll in der Reihenfolge der Wahrnehmung mit einem averbalen Handlungsteil reproduziert werden. Als Testmaterial werden Rechenaufgaben und Wörter der Umgangssprache bzw. wissenschaftliche Fachausdrücke zu Reizpaaren in 4 Schwierigkeitsgraden kombiniert. Es wird die Erarbeitung des Testmaterials, der Versuchsaufbau und die Durchführung eingehend dargelegt. Eine Möglichkeit, das Testmaterial auf Gleichwertigkeit zu prüfen und die Hemisphärenleistung zu quantifizieren, wird vorgestellt.

Die Ergebnisse: Rechtsohreffekt für alle Rechenaufgaben und für Wörter aus Schwierigkeitsgrad 1 und 3, Zunahme des Rechtsohreffekts mit steigender Komplexität der Aufgabe, Reproduktionsvorteil der Rechenaufgabe aus Schwierigkeitsgrad 1 - 3, werden durch die gängigen Modellvorstellungen interpretiert und anhand der Literatur kritisch diskutiert. Offen gebliebene Fragen sind mit modifiziertem Testmaterial und Antwortkarten zu untersuchen.

## 7. LITERATURVERZEICHNIS


BAKKER, D.J. — Ear asymmetry with monaural stimulation; task influences. Cortex, 5, 36 - 42 (1969)

BAKKER, D.J.(a) — Ear asymmetry with monaural stimulation, relations to lateral dominance and lateral awareness. Neuropsychol., 8, 103 - 117 (1970)

BERLIN, C.J., MC NEIL, M.R. — Dichotic listening. In: Contemporary issues in experimental phonetics. Ed.N.J. LASS, Ch.C. Thomas (Pub.), Springfield, III (1976)

BEVER, T.G., CHIARELLO, R.J. — Cerebral dominance in musicians and nonmusicians. Science, 185, 537 - 539 (1974)

BREUNINGER, H. — Über audivisuelle dichotische Tests zur Prüfung der akustischen Wahrnehmung. Arch. HNO, 213, 465 (1976)

BROADBENT, D.E. — The role of auditory localization in attention and memory span. J. of Exp. Psychol., 47, 191 - 196 (1954)

BROADBENT, D.E. — Successive responses to simultaneous stimuli. Quart. J. Exp. Psychol., 8, 145 - 152 (1956)

BROADBENT, D.E. — A mechanical model for human attention and immediate memory. Psychol. Rev., 64, 205 - 215 (1957)

CULLEN, J.K., THOMPSON, C.L., HUGHES, L.F., BERLIN, CH.I., SAMSON, D.S.
The effects of varied acoustic parameters on performance in dichotic speech perception tasks.
BaL, 1, 307 - 322 (1974)

DOEHRING, D.G.
Ear asymmetry in the discrimination of monaural tonal sequences.
Canad.J.Psychol./Rev.Canad. Psychol., 26, 106 - 110 (1972)

FELDMANN, H.
Untersuchungen zur Diskrimination differenter Schallbilder bei simultaner, monauraler und binauraler Darbietung.
Arch. Ohren-Nasen-Kehlk.-Heilk., 176, 601 - 605 (1960)

FELDMANN, H.
Dichotischer Diskriminationstest, eine neue Methode zur Diagnostik zentraler Hörstörungen.
Arch. Ohren-Nasen-Kehlk.-Heilk., 184, 294 - 319 (1965)

GESCHWIND, H.
The organization of language and the brain.
Science, 170, 940 - 944 (1970)

GESCHWIND, H., LEVITSKY, W.
Human brain: Left-right asymmetries in temporal speech region.
Science, 161, 186 - 189 (1968)

GORDON, H.W.
Comparison of ipsilateral and contralateral auditory pathways in callosum-sectioned patients by use of a response-time technique.
Neuropsychol., 13, 9 - 18 (1975)

GUTEZEIT, G., VIETOR, K.
Untersuchungen zur mono- und biauralen Diskriminationsleistung.
Z.Kinderheilkd., 117, 89 - 100 (1974)

HALL, J.L., GOLDSTEIN, M.H. — Representation of binaural stimuli by single units in primary auditory cortex of unanesthetized cats. JASA, 43, 456 - 461 (1968)

JARVELLA, R.J., HERMAN, S.J., PISONT, D.B. — Laterality factors in the recall of sentences varying in semantic content. JASA, 48, 84 (1970)

KIMURA, D.(a) — Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. Canad.J.Psychol., 15, 166 - 171 (1961)

KIMURA, D.(b) — Some effects of temporal-lobe damage on auditory perception. Canad.J.Psychol., 15, 156 - 165 (1961)

KIMURA, D. — Left-right differences in the perception of melodies. Quart. J. of Exp. Psychol., 16, 355 - 358 (1964)

KIMURA, D. — Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. Cortex, 3, 163 - 178 (1967)

KINSBOURNE, M. — The cerebral basis of lateral asymmetries in attention. Acta Psychol., 33, 193 - 201 (1970)

MAINKA, G., HÖRMANN, H. — Genügt der Begriff "Aufmerksamkeit" zur Erklärung des sogenannten Lateralitätseffekts? Psychol., Forsch., 34, 295 - 311 (1971)

MATZKER, J. — Ein binauraler Hörsynthesetest zum Nachweis zerebraler Hörstörungen. Stuttgart (1958)

MILNER, B. Laterality effects in audition. Cerebral Dominance 1962, 177 - 195

MILNER, B., TAYLOR, L., SPERRY, R.W. Lateralized suppression of dichotically presented digits after commissural section in man. Science, 161, 184 - 185 (1968)

NAGAFUCHI, M. Development of dichotic and monaural hearing abilities in young children. Acta Oto-Laryng., 69, 409 - 414 (1970)

NEISSER, U. Cognitive psychology. New York (1967)

OPITZ, H.J. Über den Einfluß von Signalanfang, -struktur und -dauer beim dichotischen Hören. Z. Laryng. Rhinol., 52, 450 - 456 (1973)

OTT, E. Optimales Denken. Stuttgart: dva (1971)

PENFIELD, W., ROBERTS, L. Speech and brain mechanisms. Princeton N.Y. (1959)

PORTER, R.J.JR., BERLIN, CH.I. On interpreting developmental changes in the dichotic right-ear advantage. BaL, 2, 186 - 200 (1975)

ROHRACHER, H. Die Arbeitsweise des Gehirns und die psychischen Vorgänge. 4. Aufl. München: Johann Ambrosius Barth (1967)

ROSENZWEIG, M.R. Representations of the two ears at the auditory cortex. Amer. J. Physiol., 167, 147 - 158 (1961)

SCHEID, P. Funktionelle Asymmetrien des menschlichen Gehirns. Dtsch. med. Wschr., 99, 2616 - 2620 (1974)

SCHMELZ, E. Hemisphärendominanz bei einem dichotischen Hörtest mit tonalen Stimuli und ihre Beziehung zur Händigkeit. Dissertation Tübingen (1976)

SCHMELZ, M. Hemisphärendominanz bei einem dichotischen Hörtest mit Melodien. Dissertation Tübingen (1976)

SHANKWEILER, D. Effects of temporal-lobe damage on perception of dichotically pressented melodies. J. of Comp. and Physiol. Psychol., 62, 115 - 119 (1966)

SHANKWEILER, D. An analysis of laterality effects in speech perception. The perception of language 1971, 185 - 200

SPARKS, R., GESCHWIND, N. Dichotic listening in man after section of neocortical commissures. Cortex, 4, 3 - 16 (1968)

SPREEN, O., SPELLACY, F.J., REID, J.R. The effect of interstimulus interval and intensity on ear asymmetry for nonverbal stimuli in dichotic listening. Neuropsychol., 8, 245 - 250 (1970)

TREISMAN, A.M. Selective attention and cerebral dominance in perceiving and responding to speech messages. Quart. J. of Exp. Psychol., 20, 139 - 150 (1968)

TREISMAN, A.M. Strategies and models of selective attention. Psychol., Review, 76, 282 - 299 (1969)

WADA, M.S., RASMUSSEN, T. Intracarotid injection of sodium amytal for the lateralization of cerebral speech dominance, experimental and clinical observations. J. Neurosurg., 17, 266 - 282 (1960)

ZAIDEL, E. Language, dichotic listening and disconnected hemispheres. Paper presented at the 15th annual meeting of psychonomic society. Boston Nov. (1974)

ZIELKE, W. Schneller lesen - besser lesen. 7. Aufl. München: Moderne Industrie (1971)

ZIELKE, W. Schneller lesen - selbst trainiert. 9. Aufl. München: Moderne Industrie (1974)

ANHANG: Pool Rechenaufgaben

1. Zahlwörter

| | | |
|---|---|---|
| Einsilber | - | 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12 |
| Zweisilber | - | 7, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19<br>20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 |
| Dreisilber | - | 100, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 900<br>1 000, 2 000, ..... |
| Viersilber | - | 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29<br>31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39<br>41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49<br>51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59<br>61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69<br>71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79<br>81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89<br>91, 92, 93, 94, 95, 96, 98. 99 |

2. Rechenaufgaben

Schwierigkeitsgrad 1 - nur Einsilber

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Schwierigkeitsgrad 2 | 4 x 5 | 4 x 6 | 4 x 8 | 4 x 9 |
| | 5 x 5 | 5 x 6 | 5 x 8 | 5 x 9 |
| | 6 x 5 | 6 x 6 | 6 x 8 | 6 x 9 |
| | 8 x 5 | 8 x 6 | 8 x 8 | 8 x 9 |
| | 9 x 5 | 9 x 6 | 9 x 8 | 9 x 9 |

Schwierigkeitsgrad 3

| | | | |
|---|---|---|---|
| 24 : 4 | 24 : 6 | 24 : 8 | 36 : 9 |
| 28 : 4 | 36 : 6 | 32 : 8 | 45 : 9 |
| 32 : 4 | 42 : 6 | 48 : 8 | 54 : 9 |
| 36 : 4 | 48 : 6 | 56 : 8 | 63 : 9 |
| | 54 : 6 | 64 : 8 | 72 : 9 |
| | | 72 : 8 | 81 : 9 |

Schwierigkeitsgrad 4 - Zweisilber mal Zweisilber weg Zweisilber
Zweisilber mal Zweisilber und Zweisilber

Viersilber weg Einsilber durch Einsilber
Viersilber und Einsilber durch Einsilber
Viersilber mal Einsilber weg Einsilber
Viersilber mal Einsilber und Einsilber
Viersilber durch Einsilber weg Einsilber
Viersilber durch Einsilber und Einsilber

ANHANG: TESTINFORMATION

Sie haben sich bereit erklärt, an einem Hörtest teilzunehmen. Zunächst muß Ihr Hörvermögen geprüft werden. Dazu werden wahlweise dem rechten oder linken Ohr Töne gleicher Lautstärke, aber verschiedener Frequenz und in unterschiedlichen Zeitabständen angeboten. Sie sollen sagen, wann, wie oft und auf welchem Ohr Sie den Ton hören.

Nun folgt der eigentliche Hörtest. Bitte beachten Sie, daß Sie nur über dieses Band informiert werden, um zu gewährleisten, daß jeder Teilnehmer genau dieselben Anweisungen erhält. Zwischenfragen sind nicht zugelassen.

Es werden dem linken und rechten Ohr gleichzeitig Wörter und Rechnungen angeboten. Der Rechenbefehl bei Addition lautet "und", bei Subtraktion "weg", bei Multiplikation "mal", bei Division "durch".

Sie sollen in der Reihenfolge der Hörwahrnehmung auf einer jeweils vorgelegten Karte aus je drei Möglichkeiten das gehörte Wort und das Rechenergebnis zeigen. Der Aufbau der gepaarten Reize erfolgt nach vier Schwierigkeitsgraden. Der Test dauert zweimal sieben Minuten mit 2 Minuten Pause in der Mitte. Der Zeitabstand zweier aufeinanderfolgender Reizpaare beträgt 5 Sekunden.

Es folgen nun drei Beispiele, unmittelbar darauf folgt der 1. Teil des Tests:

3 mal 4 - Hammelfleisch
12 weg 10 - Steuerrad
Widerstandspotentiometer - 25 durch 5 und 8

Proband Nr.:

Geschlecht :

Alter :

Fach :

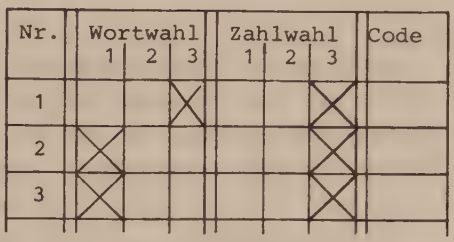
Interessen :

| Nr. | Wortwahl | | | Zahlwahl | | | Code |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | |

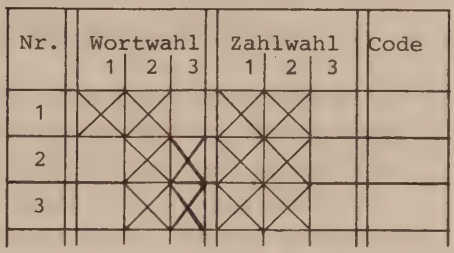
| Nr. | Wortwahl | | | Zahlwahl | | | Code |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| 41 | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | |
| 59 | | | | | | | |
| 60 | | | | | | | |
| 61 | | | | | | | |
| 62 | | | | | | | |
| 63 | | | | | | | |
| 64 | | | | | | | |
| 65 | | | | | | | |
| 66 | | | | | | | |
| 67 | | | | | | | |
| 68 | | | | | | | |
| 69 | | | | | | | |
| 70 | | | | | | | |
| 71 | | | | | | | |
| 72 | | | | | | | |
| 73 | | | | | | | |
| 74 | | | | | | | |
| 75 | | | | | | | |
| 76 | | | | | | | |
| 77 | | | | | | | |
| 78 | | | | | | | |
| 79 | | | | | | | |
| 80 | | | | | | | |

Die Abbildungen zeigen Ausschnitte der Schablonen für Auswertung und Codierung. Die markierten Felder wurden ausgeschnitten, es entstanden gefensterte Schablonen.

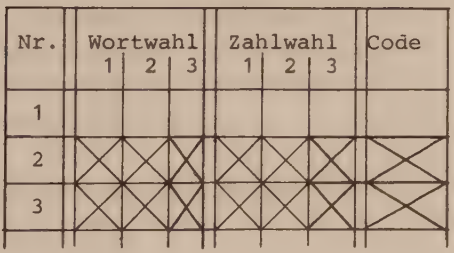
a) Auswertung "Richtige" Markierungen entsprechen den richtigen Antworten



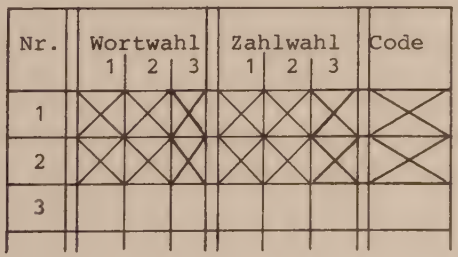

b) Auswertung "Falsche" Markierungen entsprechen den falschen Antworten




c) Codierung Rechtsohrpräsentation "Wort" (1. Halbgruppe) gleichzeitig Rechtsohrpräsentation "Rechnung" (2. Halbgruppe)




d) Codierung Schwierigkeitsgrad 1



LEBENSLAUF

Am 25. April 1944 wurde ich, Ulrich Kadach, in Göppingen geboren. Von 1950 bis 1962 Besuch der Grundschule und des Gymnasiums in Göppingen.

Von 1962 bis 1965 Chemielaborantenlehre mit vorzeitigem Lehrabschluß, anschließend ein Jahr beschäftigt. Von 1966 bis 1968 Fachausbildung zum staatlich geprüften Chemotechniker mit Wahlfach Radiochemie (Experimentalarbeit: Radiopapierchromatographie und Autoradiographie). Von 1968 bis 1970 Anstellung bei der Firma Bosch im Forschungsbereich. Gleichzeitig von 1968 bis 1971 Besuch des Abendgymnasiums Stuttgart mit Abschluß der allgemeinen Hochschulreife.

Daran anschließend Pflegepraktikum über sechs Monate im Neurochirurgischen Operationssaal am Katharinenhospital Stuttgart. Aufnahme des Medizinstudiums 1972 in Tübingen; naturwissenschaftliche Vorprüfung 1973, ärztliche Vorprüfung 1975, erster und zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung 1977 bzw. 1978. Das praktische Jahr absolvierte ich am Universitätsklinikum Tübingen mit Wahlfach allgemeine Psychiatrie. Den dritten Abschnitt der ärztlichen Prüfung bestand ich am 29. Oktober 1979. Im Anschluß daran entstand die vorliegende Arbeit.

1974 bis 1978 hatte ich einen Teilzeitlehrauftrag für pharmazeutisch-technische Assistenten inne.

Offsetdruck Spengler
Lessingstraße 4 · 7401 Neustetten 1
Telefon (07472) 22145